

METHOD FOR EPITAXIALLY COATING SURFACE SIDE OF SEMICONDUCTOR WAFER IN CVD REACTION VESSEL, COATED SEMICONDUCTOR WAFER AND SUSCEPTOR FOR CVD REACTION VESSEL

Publication number: JP2003273037

Publication date: 2003-09-26

Inventor: VON AMMON WILFRIED; SCHMOLKE RUDIGER;
STORCK PETER; SIEBERT WOLFGANG

Applicant: WACKER SILTRONIC HALBLEITERMAT

Classification:

- international: C23C16/44; C30B23/02; H01L21/205; H01L21/22;
C23C16/44; C30B23/02; H01L21/02; (IPC1-7):
H01L21/205; C23C16/44

- european: C30B23/02; H01L21/22C

Application number: JP20030068207 20030313

Priority number(s): DE20021011312 20020314

Also published as:



US6887775 (B2)

US2003219981 (A1)

DE10211312 (A1)

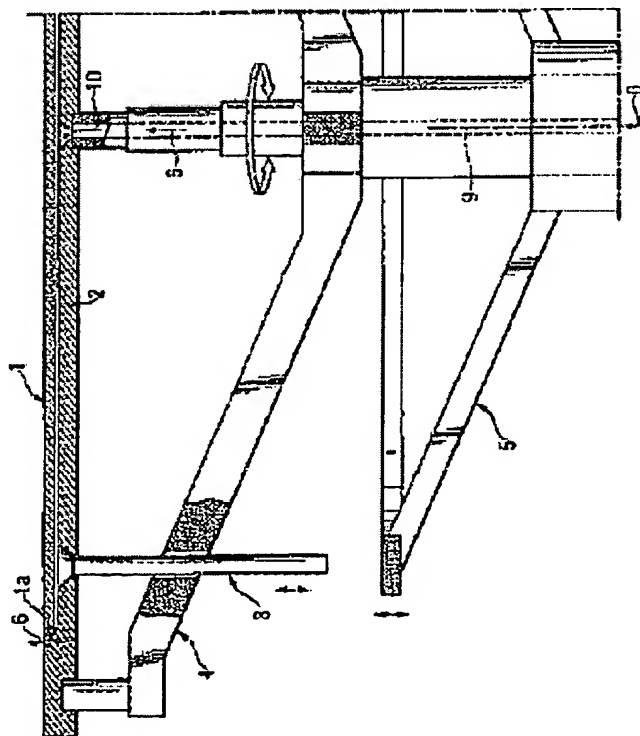
[Report a data error here](#)

Abstract of JP2003273037

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for sufficiently avoiding automatic doping and depositing an epitaxial layer in a semiconductor wafer without previously arranging a protection layer at a rear side of the wafer.

SOLUTION: In the method, a surface side of the semiconductor wafer is coated epitaxially in the CVD reactor, where the surface side of the semiconductor wafer is exposed to a processing gas comprising source gas and carrier gas and the rear side of the semiconductor wafer is exposed to ejection gas. Ejection gas comprises hydrogen at not more than 5% by volume and therefore, the diffusion of a doping material reinforced by hydrogen from the rear side of the semiconductor wafer is avoided over a wide range.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-273037

(P2003-273037A)

(43) 公開日 平成15年9月26日 (2003.9.26)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース* (参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/44

C 2 3 C 16/44

F 5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-68207(P2003-68207)

(22) 出願日 平成15年3月13日 (2003.3.13)

(31) 優先権主張番号 1 0 2 1 1 3 1 2. 2

(32) 優先日 平成14年3月14日 (2002.3.14)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 599119503

ワッカー シルトロニック アクチエンゲ
ゼルシャフト

Wacker siltronic AG

ドイツ連邦共和国 ブルクハウゼン ヨハ

ネスーヘス - シュトラッセ 24

(72) 発明者 ヴィルフリート フォン アモン

オーストリア国 ホッホブルク/アッハ

ヴァングハウゼン 111

(74) 代理人 100061815

弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

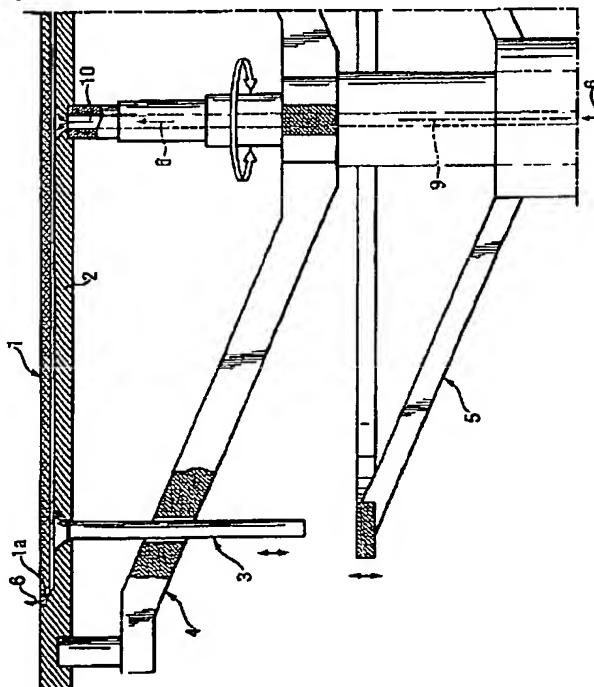
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CVD反応器中で半導体ウェーハの表側をエピタキシャル被覆する方法、この種の被覆された半導体ウェーハおよびCVD反応器用サセプタ

(57) 【要約】

【課題】 ウェーハ裏側に予め保護層を備えることなくオートドーピングの十分な回避を可能にする、半導体ウェーハにエピタキシャル層を析出する方法を提供する。

【解決手段】 半導体ウェーハの表側がソースガスおよびキャリアガスを含有するプロセスガスにさらされ、半導体ウェーハの裏側が駆出ガスにさらされている、CVD反応器中で半導体ウェーハの表側をエピタキシャル被覆する方法において、駆出ガスが5体積%以下の水素を含有し、これにより半導体ウェーハの裏側からの水素により強化されるドーピング物質の拡散を広い範囲で回避することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェーハの表側がソースガスおよびキャリアガスを含有するプロセスガスにさらされ、半導体ウェーハの裏側が駆出ガスにさらされている、CVD反応器中で半導体ウェーハの表側をエピタキシャル被覆する方法において、駆出ガスが5体積%以下の水素を含有し、これにより半導体ウェーハの裏側からの水素により強化されるドーピング物質の拡散を広い範囲で回避させることを特徴とするCVD反応器中で半導体ウェーハの表側をエピタキシャル被覆する方法。

【請求項2】 エピタキシャル層を析出する前に、半導体ウェーハを、CVD反応器中で少なくとも1つの前処理工程で処理し、その際半導体ウェーハの少なくとも裏側が、5体積%以下の水素を含有する駆出ガスにさらされている請求項1記載の方法。

【請求項3】 エピタキシャル層を析出した後に半導体ウェーハをCVD反応器中で少なくとも1つの後処理工程で処理し、その際半導体ウェーハの少なくとも裏側が、5体積%以下の水素を含有する駆出ガスにさらされている請求項1または2記載の方法。

【請求項4】 駆出ガスが高圧下でプロセスガスとして存在し、これにより半導体ウェーハの裏側の領域から半導体ウェーハの表側の領域に向かってガス流が生じる請求項1から3までのいずれか1項記載の方法。

【請求項5】 半導体ウェーハをリフト機構に載置し、少なくとも半導体ウェーハの裏側と結合しているCVD反応器の部分駆出ガスで洗浄し、引き続きリフト機構を下げ、半導体ウェーハをその裏側で円盤状サセプタに載置し、半導体ウェーハの縁部を円盤状サセプタで実質的に密に閉鎖し、円盤状サセプタと半導体ウェーハの裏側の間に駆出ガスが充填された空隙を残存させ、引き続きエピタキシャル層を析出するために、半導体ウェーハの表側をプロセスガスにさらす請求項1から3までのいずれか1項記載の方法。

【請求項6】 出発物質として100mΩcm以下の比抵抗を有する半導体ウェーハを使用する請求項1から5までのいずれか1項記載の方法。

【請求項7】 1Ωcmより大きい抵抗を有するエピタキシャル層を析出する請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

【請求項8】 駆出ガスが析出反応に関して不活性である請求項1から7までのいずれか1項記載の方法。

【請求項9】 駆出ガスが希ガスまたは希ガスの混合物である請求項8記載の方法。

【請求項10】 裏側被覆を有しない、100mΩcm以下の基板比抵抗および1Ωcmより大きいエピタキシャル層の比抵抗を有する半導体ウェーハにおいて、エピタキシャル層が10%より小さい抵抗不均一性を有することを特徴とする半導体ウェーハ。

【請求項11】 エピタキシャル被覆後のウェーハ裏側

での抵抗がエピタキシャル被覆前のウェーハ裏側での抵抗から最大15%逸脱している請求項10記載の半導体ウェーハ。

【請求項12】 実質的に平らな平面、CVD反応器中で処理すべき基板が載置される隆起した縁部領域および基板を機械的に操作する少なくとも1個の装置を有するCVD反応器用サセプタにおいて、基板を機械的に操作する装置が少なくとも1個の開口を有し、該開口を通してガスを基板の裏側に供給できることを特徴とするCVD反応器用サセプタ。

【請求項13】 基板を機械的に操作する装置がサセプタおよび基板を回転する中心軸である請求項12記載のサセプタ。

【請求項14】 基板を機械的に操作する装置がサセプタから基板を持ち上げるリフト機構である請求項12記載のサセプタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェーハをエピタキシャル被覆する方法および装置、およびエピタキシャル被覆された半導体ウェーハに関する。

【0002】

【従来の技術】気相からの結晶成長は半導体技術でエピタキシャル被覆された半導体ウェーハを製造するために使用される。エピタキシャルとは、単結晶基板、一般に基板ウェーハ、例えば半導体ウェーハの平坦な境界面上の単結晶層の成長である。この被覆または析出は、CVD反応器中で、いわゆる化学的気相析出法（化学蒸着またはCVD）を用いて実施する（例えば特許文献1参照）。その際半導体ウェーハをまず熱源により加熱し、引き続き以下にプロセスガスと記載する、ソースガス、キャリアガスおよび場合によりドーピングガスからなるガス混合物にさらす。

【0003】最も重要な使用は、単結晶シリコン基板、一般にシリコンウェーハ上のホモエピタキシャル層の析出である。その際ソースガスとして、例えばトリクロロシランのようなシランおよびキャリアガスとして、例えば水素を使用する。エピタキシャル層にドーピングするドーピングガスは、例えば元素周期表のIIIまたはV主族のガス状化合物である。これらの化合物、例えばホスフィンまたはジボランは加熱したウェーハの近くでソースガスと同様に分解する。その際異種原子がエピタキシャル層の結晶格子に挿入または導入する。電気特性の急激な移行、例えば基板ウェーハからエピタキシャル層に移行する際に抵抗特性の急激な上昇を達成するために、一般に半導体ウェーハ（基板ウェーハ）とエピタキシャル層は異なってドーピングされる。

【0004】エピタキシャル層の析出の際に裏側および縁部で基板のドーピングに利用される元素の好ましくない放出が生じる（基板ドーピング物質、シリコン基板の

場合は、例えば硼素、砒素、燐またはアンチモン）。これらは反応器中の拡散および対流によりウェーハの表側に到達し、ここで半径方向に不均一にエピタキシャル層に組み込まれ、これはオートドーピングと呼ばれる。オートドーピングはエピタキシャル層の比電気抵抗の半径方向の不均一性を生じる。

【0005】この位置で半導体ウェーハの表側および裏側が決定される。半導体ウェーハの表側はエピタキシャル被覆される面であり、電氣的構造素子の製造を目的とする面である。

【0006】技術水準により、オートドーピングを妨害する種々の方法が公知である。従って、例えば酸化物保護層またはモノ結晶または多結晶または非晶質の保護層を半導体ウェーハの裏側に析出することにより、エピタキシャル工程中の基板ドーピング物質の拡散を阻止することができる。

【0007】オートドーピングを抑制するための保護層を有するエピタキシャル被覆された半導体ウェーハを製造する前記方法の欠点は、種々の反応器、処理浴および研磨通路において実施しなければならない、付加的な処理工程である。更に酸化物または多結晶半導体材料での被覆は増加する金属の汚染を結果として生じる。

【0008】従ってすでにエピタキシャル層を析出する前にウェーハ裏側に保護層を備えることなくオートドーピングを阻止する幾つかの試みが提案された。

【0009】基板の裏側が、一般的なように、サセプタに全面に載置されるのではなく、洗浄ガス（パージガス）、例えば水素にさらされることによりウェーハ状基板をエピタキシャル被覆する方法が開示されている（例えば特許文献2および3参照）。洗浄ガスは表側のプロセスガスと同じであるかまたはこれと異なってもよい。ウェーハ裏側に拡散するドーピング物質原子は、少なくとも一部は洗浄ガスで搬出される。これによりウェーハ縁部を通過し、ウェーハの表側に拡散するドーピング物質原子の割合が減少し、従ってオートドーピングの不安が減少する。

【0010】同様の方法であるが、オートドーピングを阻止する目的のない方法は記載されている（特許文献4参照）。ここではウェーハ裏側への半導体材料の析出を妨害することが課題である。このためにウェーハ裏側をプロセスガスと異なるガスで洗浄する。裏側で優勢な過圧により、ウェーハ縁部を通過する表側方向の裏側ガスの弱い流れが生じる。これにより裏側空間への表側プロセスガスの浸入が回避され、ウェーハ裏側の半導体材料の析出が回避される。裏側ガスとして、不活性ガス、例えばアルゴン、窒素のような非反応性ガス、および水素または塩化水素のようなガスを使用することができる。ウェーハ裏側の半導体材料の析出を回避するために、ヘリウム、フロン、テトラフルオロメタンまたはヘキサフルオロエタンのような不活性ガスを使用することがで

きる（特許文献5参照）。

【0011】オートドーピング問題の満足する解決は技術水準には見い出せない。

【0012】

【特許文献1】欧州特許第714998号明細書

【特許文献2】WO01/86034号明細書

【特許文献3】WO01/86035号明細書

【特許文献4】米国特許第5960555号明細書

【特許文献5】米国特許第5679405号明細書

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従って、ウェーハ裏側に予め保護層を備えることなくオートドーピングの十分な回避を可能にする、半導体ウェーハにエピタキシャル層を析出する方法を提供する課題が存在する。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記課題は、半導体ウェーハの表側がソースガスおよびキャリアガスを含有するプロセスガスにさらされ、半導体ウェーハの裏側が駆出ガスにさらされている、CVD反応器中で半導体ウェーハの表側をエピタキシャル被覆する方法により解決され、駆出ガスが5体積%以下の水素を含有し、これにより半導体ウェーハの裏側からの水素により強化されるドーピング物質の拡散を広い範囲で回避させることを特徴とする。

【0015】本発明により、エピタキシャル層を析出する間に半導体ウェーハの表側および裏側は2つの異なるガス雰囲気中にさらされる。表側に使用されるガスは以下にプロセスガスと記載し、ソースガスおよびキャリアガスを含有する。シリコンエピタキシーの場合はソースガスは一般にシラン、例えばトリクロロシランであり、キャリアガスは一般に水素である。このほかプロセスガスは一般に少量のドーピングガスを含有する。

【0016】これに対して半導体ウェーハの裏側は、本発明により、実質的に水素を含まない、すなわち5体積%以下、有利には2体積%以下、特に0.5体積%以下の水素を含むガスの中にさらされる。一般に現在実現される純度の工業的ガスをを用いておよび精製を含めて水素10-7体積%の範囲の裏側ガスの不純物を達成することができる。以下に駆出ガスと記載する、裏側に使用されるガスは析出反応に関して不活性であり、キャリアガス、ソースガス、ドーピングガス、半導体基板および/または析出反応の生成物との反応が行われない。有利には駆出ガスとして希ガスまたは希ガスの混合物を使用し、その際アルゴンおよびレニウムが特に有利である。

【0017】水素がオートドーピングの際に重要な役割を果たすことが判明した。水素は、例えば硼素または砒素とシリコン中に急速に拡散する錯体を形成する。更に水素はエピタキシーで一般的な温度でシリコンを排除し、これが付加的なドーピング物質を遊離する。エピタキシャル工程中にウェーハ裏側が水素と接触する場合

は、ドーピング物質は強化されてウェーハ裏側から排出され、ウェーハ縁部に運ばれ、半径方向に不均一にウェーハ表側のエピタキシャル層に組み込まれる。ウェーハ裏側と水素の接触を回避する場合は、本発明の方法はドーピング物質の拡散、従ってオートドーピングが十分に阻止される場合である。

【0018】これに対してWO01/86034号およびWO01/86035号に開示される方法は、ウェーハ裏側と接触するガスに水素または水素含有成分が可能であるので、更に基板ドーピング物質の拡散を許容する。オートドーピングの不安を減少するために、裏側から排出されるドーピング物質の吸引を配慮する。本発明においては水素と結合したドーピング物質の強化された拡散がすでに回避される。

【0019】エピタキシャル層の許容される抵抗不均一性が小さく、抵抗測定のための縁部排除帯域が小さく、層比抵抗と基板抵抗の差が大きいほど、オートドーピングの好ましくない作用が大きい。比抵抗は基板もしくはエピタキシャル層のドーピングの高さにより決定される。特に $100\text{ m}\Omega\text{ cm}$ 以下、有利には $50\text{ m}\Omega\text{ cm}$ 未満、特に $20\text{ m}\Omega\text{ cm}$ 未満の基板比抵抗および $1\text{ }\Omega\text{ cm}$ より大きく、有利には $5\text{ }\Omega\text{ cm}$ より大きく、特に $10\text{ }\Omega\text{ cm}$ より大きい層比抵抗に関して、本発明の方法を使用して、10%未満、有利には5%未満、特に3%未満の半径方向の抵抗不均一性を有するエピタキシャル層を製造することができる。抵抗不均一性はASTM F81と組み合わせたASTM F1392の規格で決定される。

【0020】従って本発明は、裏側被覆を有しない、 $100\text{ m}\Omega\text{ cm}$ 以下の基板比抵抗および $1\text{ }\Omega\text{ cm}$ より大きいエピタキシャル層の比抵抗を有する半導体ウェーハに関し、エピタキシャル層が10%未満の抵抗不均一性を有することを特徴とする。

【0021】本発明によりウェーハ裏側のドーピング物質の拡散が十分に回避されるので、本来半導体ウェーハに存在するドーピング物質濃度が維持される。これに対してWO01/86034号およびWO01/86035号に記載される方法を使用する場合は、ウェーハ裏側の基板ドーピング物質の拡散特性が形成される。ドーピング物質濃度はエピタキシャル工程後にウェーハ裏側の表面でかなり少なく、ウェーハの内側に向かって本来の、すなわちエピタキシャル工程前に存在する値にまで増加する。ウェーハ裏側のドーピング物質の貧化は、裏側の電気抵抗が半導体ウェーハの残りの部分より高くなるという欠点を有する。これは、例えば電流が基板を通過して流れる出力構造素子において局部加熱による好ましくない出力損失およびこの熱を排出する必要性を生じる。

【0022】これらの欠点は本発明の方法を使用する場合に十分に回避される。本発明により、実質的にドーピ

ング物質拡散特性を有しないエピタキシャル層を有する半導体ウェーハを製造することができる。これは、例えばエピタキシー前および後の基板裏側の比抵抗の比較により定量化することができる。裏側のドーピング物質拡散の規模が大きいほど、この抵抗の差は少ない。本発明により製造される半導体ウェーハはこの抵抗の差が最大15%であることにより際立っている。

【0023】本発明の方法においては、ソースガスがウェーハ裏側の領域に供給されないので、エピタキシャル工程中にウェーハ裏側にかなりの大きさで半導体材料が析出することがない。従っていわゆる裏側ハローの形成が十分に回避される。裏側ハローは、エピタキシャル工程中に半導体材料の不均一な析出により変化したヘイズを有するウェーハ裏側の縁部領域である。本発明により処理される半導体ウェーハは、ウェーハ裏側の水素の不在により析出反応が生じないので、裏側ハローを有しない。

【0024】本発明によりエピタキシャル工程中に半導体ウェーハの裏側を、5体積%以下、有利には2体積%以下、特に0.5体積%以下の水素を含有するガスにさらす。しかしウェーハ表側のエピタキシャル被覆に使用されるプロセスガスはキャリアガス、一般に水素を含有する。プロセスガスがウェーハ裏側と接触することを避けるために、本発明の枠内で、一方で半導体ウェーハの表側および他方でその裏側が存在するCVD反応器の領域を、いわゆるチャンバー・デバイダーにより空間的に互いに分離することが有利である。技術的实现の可能性は、例えばWO01/86035号に記載される。

【0025】裏側ガス空間へのプロセスガスの導入を阻止し、同時にウェーハ縁部がかなりの範囲でキャリアガス、例えば水素と接触しないことを保証するために、有利には裏側ガス空間中のわずかの過圧を配慮する。わずかの過圧はウェーハ縁部を通過する表側ガス空間への駆出ガスの弱い流れを生じる。これは裏側ガス空間の方向のプロセスガスの拡散を困難にし、裏側ガス空間がプロセスガスを含まないで維持することに貢献する。更にウェーハ縁部に不活性駆出ガスが循環し、ドーピング物質拡散およびウェーハ縁部での析出が十分に回避される。

【0026】駆出ガスの流れは、有利には処理パラメーター、温度、圧力、ガス流および回転速度に依存して、駆出ガスがウェーハ縁部でのみ排除され、ウェーハ表側でプロセスガスが排除されず、ウェーハが浮遊しないように調節する。そのほか処理パラメーターおよびガス混合物（駆出ガスを除く）に関して相当する従来のエピタキシー工程で一般的な値が該当する。

【0027】駆出ガスの流動特性を、同時に以下の周囲条件を満足するように有利に調節する：

1) 半導体ウェーハとサセプタの間の駆出ガスの流動により生じる圧力低下は半導体ウェーハに重力に反対する力を発生する。この力は有利には半導体ウェーハの重力

より少ない。

【0028】2) 流動速度は、有利には半導体ウェーハの周辺で、ウェーハ縁部で半導体ウェーハとサセプタの間の水素の拡散が阻止され、半導体ウェーハとサセプタの間の水素含量が重大でない程度に十分に高い。

【0029】前記の両方の条件が互いに釣り合っている制御値は、(a) 半導体ウェーハとサセプタの間の大部分のウェーハ面（いわゆるポケットから環状の台まで）のために存在する自由空間の寸法、(b) 流動通路の半径、(c) 駆出ガスの容積流およびエピタキシャル被覆中に優勢な温度である。半導体ウェーハとサセプタの間の水素の導入が実質的に水素の拡散により運転されるので、ウェーハ表側での水素の流れの調節は副次的な条件である。ウェーハ裏側への駆出ガスの供給を可能にするために、本発明の枠内で、有利には大部分のウェーハ裏側の下側に、たとえあったとしても少ないガスの自由空間（いわゆるポケットから環状の台まで）を与えるサセプタを利用する。具体的な実施のために多くの可能性が存在する。若干のものがここで例示される。1つの開口のみを有するサセプタを使用する場合は、開口は有利にはサセプタの中心に存在する。半導体ウェーハが全面にまたは縁部にのみ載置される、多数の穿孔を有するサセプタを使用することもできる。更にサセプタが、例えばいわゆるリフトピンのための穿孔を有する場合は、従来のサセプタを使用することができる。この場合にそうでなければ閉鎖したサセプタを通過してウェーハ裏側に駆出ガスを供給するために穿孔を使用することができる。半導体ウェーハのための環状の台の使用も可能である。その際ウェーハを台に縁部にのみ載置し、ウェーハ裏側の残りの全部は自由に使用できる。

【0030】前記サセプタの有利な実施態様は図1～4に示されている。

【0031】図1は駆出ガスが開口を介して中心に導かれるサセプタを示す。

【0032】図2は駆出ガスが穿孔を介してリフトピンに供給されるサセプタを示す。

【0033】図3はサセプタの周辺領域の有利な実施態様を示す。

【0034】図4は円盤状のサセプタを示す。

【0035】従って本発明は、実質的に平らな面、CVD反応器内で処理すべき基板が載置される隆起した縁部領域および基板を機械的に操作するための少なくとも1個の装置を有するCVD反応器用のサセプタに関し、基板を機械的に操作する装置が少なくとも1個の開口を有し、該開口を通して基板の裏側にガスを供給できることを特徴とする。

【0036】基板を機械的に操作する装置は、例えば中央の回転軸またはリフト機構を有する。このいずれにしても存在する際立ったサセプタの位置によるガス供給はサセプタおよび基板の温度分布の均一性に有利に作用す

る。サセプタ内のすべての付加的な穿孔はサセプタ温度の均一性を劣化し、従って層厚の均一性およびナノテクノロジーに関する不利な結果を有してエピタキシャル被覆の際の析出速度の均一性を劣化する。この理由から本発明の方法の枠内で回転軸またはリフトピンのようないずれにしても存在する際立った位置により駆出ガスを供給することが特に有利である。

【0037】以下に異なる図面で同じ符号はそれぞれ同じ部品を表す。

【0038】駆出ガスが開口を介して中心に供給されるサセプタ（図1）：サセプタ2上にウェーハ1が存在する。ウェーハ1を反応器の中または外にのせるために、ウェーハリフト5を上昇することにより反応器をサセプタから取り去ることができ、これによりリフトピン3（1つのみが示される）および同時にウェーハ1が上昇する。サセプタをサセプタ支持体4により保持し、支持体は一般に回転することができる。支持体4はこの場合に少なくとも中心に1つのサセプタ2との接触手段を有するように構成されている。軸9の中心に沿って穿孔9を通る駆出ガス6の供給が可能である。基板を機械的に操作する装置はこの場合にサセプタ2および基板を回転する中心軸9である。

【0039】駆出ガスが穿孔11を介してリフトピンに供給されるサセプタ（図2）：図1と同様に、ただしこの場合にガス供給に使用される、基板を機械的に操作する装置はサセプタ2から基板1を上昇するリフト機構である。駆出ガス6の供給はウェーハリフト5およびリフトピン3（1つのみが例示されている）の穿孔11を介して行う。説明のために図1に記載される穿孔10はサセプタ2の中心で閉鎖されている。しかし駆出ガスをリフトピン3を介しておよびサセプタ支持体4を介して供給することが考慮される。

【0040】サセプタの縁部領域の有利な構成（図3）：本発明の有利な構成により、駆出ガスがわずかの過圧によりウェーハ縁部1aの周囲を流動する。表側に少ない量で流動する駆出ガスがキャリアガスと混合し、希釈される。ウェーハ1の縁部1aの周囲を流動した後の表側の領域での駆出ガスの可能な更なる減少は、サセプタ2の外側の周辺に通路7を設置することにより達成することができ、該通路はウェーハの後方領域の駆出ガスの少なくとも部分的な流動を可能にする。この通路はサセプタのすべての有利な構成と関連して使用することができる。

【0041】円盤状サセプタ（図4）：サセプタ2上のウェーハを取り去った後に空隙8が形成され、空隙8はリフト機構、例えばリフトピン3の場合による通過位置まで閉鎖されている。

【0042】示された図面は例示的にApplied Materials社のリフト機構およびサセプタ保持の構成に対応している。図1～図4の意味でのサセプタ

の可能な実現は相当する変形および他の製造者の装置に適合することができる。

【0043】本発明の方法が、例えばガスの流動によりまたは使用されるサセプタの形式によりエピタキシャル工程中に位置的に変動する析出速度を生じる場合は、この種の好ましくない作用を、有利にはウェーハの表側および裏側での熱源の出力の意図的な最適化により補償する。

【0044】特に短い処理時間、すなわち例えば薄いエピタキシャル層の場合に、本発明の他の構成を使用することができる。リフト機構を有するが、リフト機構を実施するために場合により必要である穿孔以外の穿孔を有しない円盤状サセプタ（図4）を使用し、リフト機構上に半導体ウェーハが縁部にのみ載置される。従って半導体ウェーハとサセプタの間に閉鎖された空隙が存在し、空隙は反応室の残りの容積から分離している。エピタキシャル層の析出の開始前の任意の時点で、少なくともウェーハ裏側と結合している反応器室の部分を、半導体ウェーハが上昇した、すなわちリフト機構上に静止している状態で、駆出ガスで洗浄する。洗浄中または洗浄後にリフト機構を下げ、半導体ウェーハをサセプタの縁部に載置し、これにより駆出ガスの一部が円盤状サセプタと半導体ウェーハの間の空隙に閉じこめられる。洗浄工程は、すでに半導体ウェーハの任意の前処理、例えば熱的前処理および／または気相エッチングの前または間に、または任意の前処理と本来の析出の間に行うことができる。洗浄工程は全部の反応器室に関係するか、または、例えばチャンバー・デバイダーにより分離された反応器室の一部にのみ関係してもよいが、反応器室は半導体ウェーハの裏側にガス空間を有しなければならない。エピタキシャル層の析出を開始する際に半導体ウェーハがすでにサセプタの縁部に載置され、閉じこめられた空隙と残りの反応器室の間で実質的にガス交換がもはや行われないことのみが重要である。引き続きプロセスガスを反応器室に導入し、ウェーハ表側のエピタキシャル被覆を実施する。半導体ウェーハの裏側は更に閉じこめられた駆出ガスと接触する。この構成においては駆出ガスの損失が補償されるだけで十分であり、この損失は空隙の非密閉性により、例えばリフトピンの穿孔を生じる。この損失は空隙への駆出ガスの制御された供給により補償される。しかしウェーハ裏側と円盤状サセプタの間に実質的に密に空隙を形成し、エピタキシャル工程中の空隙への駆出ガスの供給を省くことができることが特に有利である。その場合はエピタキシャル工程中にプロセスガスだけを供給する。しかし全部の工程がウェーハ裏側とサセプタの間の空隙で最高で5体積%の水素の富化を生じなければならず、従ってこの構成は特にきわめて短いエピタキシャル工程に有利に使用する。

【0045】半導体基板にエピタキシャル層を製造する方法は、本来の析出のほかに前処理および後処理のため

の他の工程（例えばベーキング、気相エッチング）および任意の洗浄工程を有することができる。処理および洗浄工程の際に反応器室の全部の容積またはチャンバー・デバイダーにより反応器室の残りの容積から分離される所定の部分のみを駆出ガスにさらすことができる。表側が駆出ガスにどの程度までさらされるかは特に処理工程に依存する。しかし有利には前処理および後処理の間にウェーハ裏側に駆出ガスを供給する。これにより、例えばベーキング中のウェーハ裏側と水素との接触または気相エッチング中のウェーハ裏側とエッチングガスとの接触が十分に回避される。これは多くの利点を有する。

【0046】一方ではすでに前処理中にウェーハ裏側およびウェーハ縁部の領域でのドーピング物質の強化される拡散が水素との接触により阻止される。他方で気相エッチング中にウェーハ裏側およびウェーハ縁部とエッチングガスとの接触が回避され、エッチングガスは半導体材料の不均一な除去を生じ、これにより裏側ハローの形成に寄与する。更にサセプタがエッチングガスにより化学的に攻撃され、従って時折後処理またはサセプタの交換を必要とすることが回避される。従って本発明の前記の有利な構成はサセプタの耐用時間を高める。

【0047】

【実施例】直径300mmおよび比抵抗10mΩcmを有するシリコンウェーハをエピタキシャル反応器中で1100℃で均一エピタキシャル被覆した。被覆の間シリコンウェーハを32rpm (rotation per minute) で中心軸を中心に回転させた。水素の流れは50slm (standard litres per minute) であり、トリクロロシランの流れは17slmであり、ジボランの流れは150sccm (standard cubic centimetres per minute) であった。この条件下で、比抵抗5Ωcmを有する厚さ3μmの、硼素をドーピングしたシリコン層を析出した。本発明によりエピタキシャル被覆中に図1に相当してシリコンウェーハの中心の下側にアルゴンを供給した。供給口の半径は1cmであった。サセプタ内の凹所（ポケット）を、ウェーハ裏側とサセプタの最も低い位置との間隔が0.5mmであるように形成した。アルゴンを180sccmの容積流でシリコンウェーハの下側に流入した。この条件下でエピタキシャル被覆したシリコンウェーハの表側に5%より小さい半径方向の抵抗の変動が達成された。

【0048】本発明は、半導体ウェーハ、有利には直径100mm以上のシリコンウェーハのエピタキシャル被覆の枠内で使用することができる。その際エピタキシャル被覆は大気圧または減圧で行うことができる。しかし析出化学もしくはエッチング化学によりキャリアガスが予め与えられている、他の片側に析出または除去する、すなわちエッチングする個々のウェーハ工程の枠内でこの原理の使用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 駆出ガスが開口を介して中心に導かれるサセプタを示す図である。

【図2】 駆出ガスが穿孔を介してリフトピンに供給されるサセプタを示す図である。

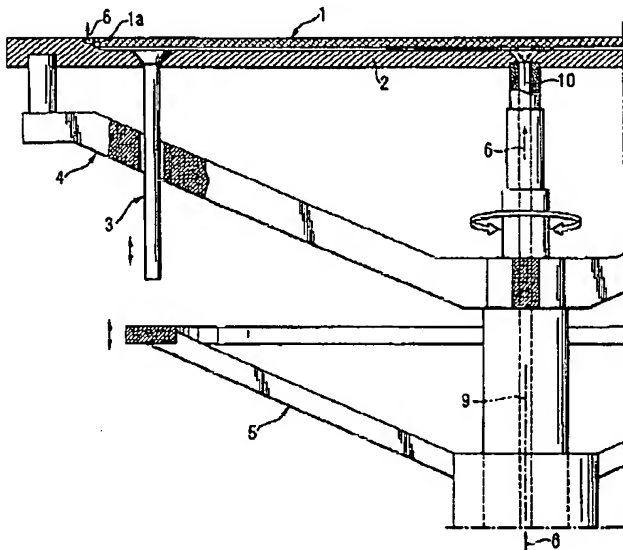
【図3】 サセプタの縁部領域の有利な実施態様を示す図である。

【図4】 円盤状のサセプタを示す図である。

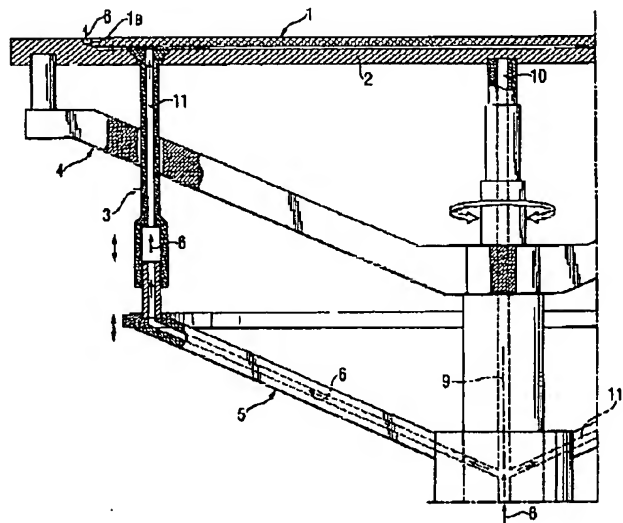
【符号の説明】

1 ウェーハ、 2 サセプタ、 3 リフトピン、
4 サセプタ支持体、5 ウェーハリフト、 6 駆出
ガス、 7 通路、 8 空隙、 9 中心軸、 10
穿孔

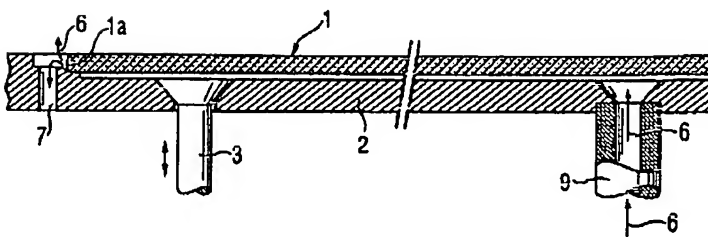
【図1】



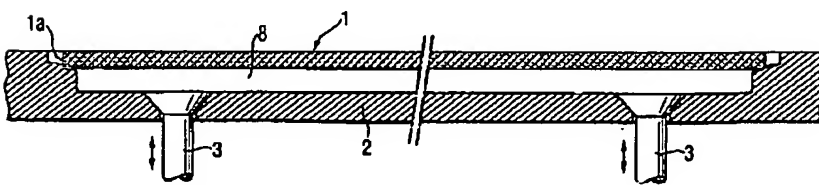
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 リューディガー シュモルケ
ドイツ連邦共和国 ブルクハウゼン ヴィ
ントハーガー シュトラーセ 10

(72)発明者 ペーター シュトルク
ドイツ連邦共和国 メーリング ウングハ
ウゼン 11アー

(72)発明者 ヴォルフガング ジーベルト
ドイツ連邦共和国 メーリング ヘルダー
シュトラーセ 20

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 EA03 EA05 GA02
GA06
5F045 AA01 AB02 AC03 AC16 BB06
EE14 EM02 EM07 EM10 HA06
HA16